

УДК 62-578.001.5

*М.Є. СЕРГІЄНКО, В.С. СВИДЛО, Л.В. КУЗЬМЕНКО***АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗДВОЄНИХ ЗЧЕПЛЕНЬ ТРАНСПОРТНО-ТЯГОВИХ МАШИН**

Здвоєні зчеплення починають широко використовуватись на транспортно-тягових машинах. Важливим фактором є забезпечення покращення тягово-динамічних показників, економічності, легкості управління, екологічності, надійності в різних умовах експлуатації. В роботі пропонується аналіз і порівняння сучасних конструкцій здвоєних зчеплень в складі трансмісій транспортних засобів. Запропоновано варіант удосконалення будови здвоєного зчеплення, яке забезпечує зменшення витрат енергії на управління та при передачі крутного моменту.

Ключові слова: аналіз, конструкція, транспортно-тягова машина, автомобіль, трансмісія, здвоєне зчеплення, передача, крутний момент, потік, удосконалення.

*Н. Е. СЕРГИЕНКО, В. С. СВИДЛО, Л. В. КУЗЬМЕНКО***АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СДВОЕННЫХ СЦЕПЛЕНИЙ ТРАНСПОРТНО-ТЯГОВЫХ МАШИН**

Сдвоенные сцепления начинают широко использовать на транспортно-тяговых машинах. Важным фактором является обеспечение улучшения тягово-динамических показателей, легкости управления, экономичности, экологичности, надежности в разных условиях эксплуатации. В работе предлагается анализ и сравнение современных конструкций сдвоенных сцепления в составе трансмиссий транспортных средств. Предложено вариант усовершенствования строения сдвоенного сцепления.

Ключевые слова: анализ, конструкция, транспортно-тяговая машина, автомобиль, трансмиссия, сдвоенное сцепление, передача, крутящий момент, поток, усовершенствование.

*N.E. SERGIENKO, V.S. SVIDLO, L.V. KUZMENKO***AN ANALYSIS OF MODERN DESIGNS OF DOUBLE CLUTCH OF TRANSPORT-TRACTION VEHICLE**

Double couplings are beginning to be widely used in transport-traction machines. An important factor is the improvement of traction-dynamic parameters, ease of management, efficiency, ecological compatibility and reliability in different operating conditions. The paper proposes the analysis and comparison of modern designs of dual clutch in the form of transmissions of vehicles. The variant of perfection of a structure of dual clutch is offered.

Keywords: analysis, design, transport-pulling machine, car, transmission, dual clutch, gear, torque, flow, refinement.

Вступ. Зчеплення є невід'ємною частиною механічної трансмісії будь якого транспортного засобу. Його будова вдосконалюється та розвивається з моменту створення перших транспортних засобів. Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) мають обмежений діапазон обертів колінчатого валу в якому вони найбільш ефективно працюють. Для забезпечення подолання різного опору руху в будову автомобіля (трактора) введена коробка перемикання передач (КПП), в конструкції якої при зміні передачі необхідно короткочасне переривання потоку потужності, що суттєво впливає на техніко економічні показники автомобіля або трактора. Таких недоліків в деякій мірі позбавлена автоматична (АКП) та безступенева коробки передач, але вони мають як значні габарити так і відповідно більшу масу, складніші та дорожчі у виготовленні, потребують регламентне обслуговування. Але є ще один тип зчеплення заслуговуючий уваги – механізм здвоєного зчеплення, запропонований в 1939 році французьким винахідником Адольфом Кергессе [1] яке сьогодні набуває широкого розповсюдження. В даній схемі одне з зчеплень відповідає за парні передачі, інше за непарні. Процес замикання наступної та розмикання попередньої

синхронизовані у часі, отже відсутній розрив у передачі крутного моменту.

Мета та постановка задачі. Метою даного дослідження є огляд та аналіз існуючих будов здвоєного зчеплення і виявлення напрямків створення найбільш прогресивних конструкцій.

Проблеми. Основною проблемою щодо елементів трансмісії в наш час є задоволення максимально повної та ефективної передачі крутного моменту з забезпеченням найбільш ефективного використання автомобіля (трактора) при зменшенні витрат на керування та в експлуатації. Рішення дає можливість зменшення витрати палива, дотримання екологічних норм та покращення тягово-динамічних та техніко-економічних показників транспортного засобу. Звідси з'являється задача, пов'язана з удосконаленням процесу перемикання передач та управління зчепленням.

Аналіз існуючих конструкцій. На сьогоднішній день веде положення по використанню здвоєних зчеплень на легкових автомобілях займає концерн VAG – Volkswagen Aktiengesellschaft. Трансмісія включає в себе коробки зі здвоєними зчепленнями які

© М. Є. Сергієнко, В. С. Свідло, Л. В. Кузьменко 2018

встановлюються на автомобілі Volkswagen DSG, Audi – S-tronic, Porsche – PDK [2]. Його починають наздоганяти автовиробники Ford та Volvo (рис. 1), які встановлюють на свої автомобілі схожі за будовою здвоєні зчеплення у коробках передач Powershift, компанія Mercedes-Benz з коробкою передач Speedshift [3].

Також, зчеплення даного типу є перспективним і для комерційних вантажівок. Компанія Volvo Trucks вже у 2009 році представила свою коробку передач I-SHIFT DUAL CLUTCH [4] рис. 1, яка розрахована на роботу у важких умовах передаючи момент до 2800 Н·м у складі автопоїзда масою до 60 т, має сухе здвоєне зчеплення, 2 діапазони по 6 передач (переключення передач в межах одного з діапазонів здійснюється без розриву потоку потужності, 4 програми управління (в залежності від умов роботи автомобіля), завдяки передавальному числу до 32:1 (і до 37:1 для руху заднім ходом), зчеплення I-Schift

з понижуючими передачами дозволяє їхати зі швидкістю 0,5–2 км/год.

Класифікація зчеплень представлена на рис. 2.



Рис. 1. Volvo I-Schift Dual Clutch

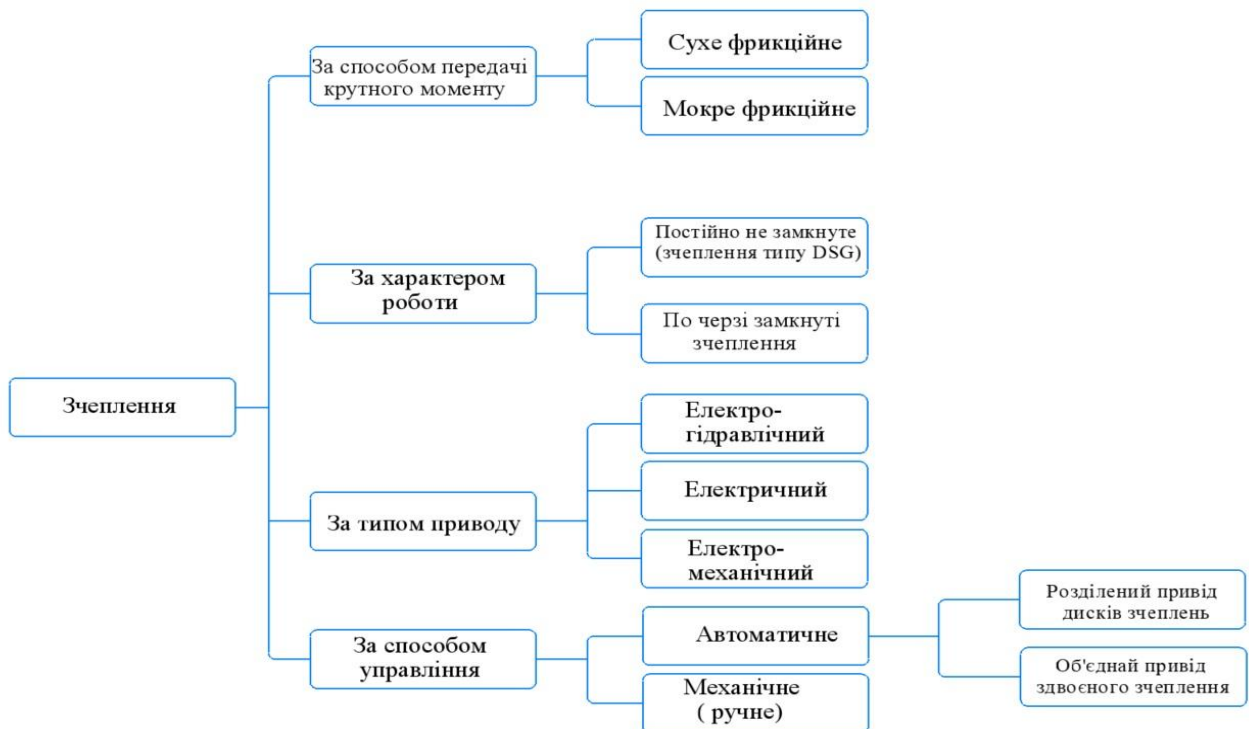


Рис. 2. Структурна схема класифікації здвоєних зчеплень

Отже, як приклад розглянемо трансмісію з коробкою передач DSG рис. 3, у варіантах виконання з мокрим – 02E та сухим зчепленням 0AM. Фахівці концерну Volkswagen поставили мету розробити трансмісію, що володіє перевагами як механічної коробки передач (МКП) та автоматичної, а саме:

- високий ККД трансмісії;
- висока надійність, а також придатність до використання у спортивних автомобілях за рахунок швидкості перемикання передач;
- високий комфорт, при переключенні передач, який відбувається без розриву потоку потужності.

Ця мета була досягнута в результаті розробки принципово нової механічної коробки передач DSG (Direkt Schalt Getriebe) зі здвоєним зчепленням, в

якій забезпечується перемикання передач без розриву потоку потужності.

Концепція з двома багатодисковими муфтами зчеплення і різними програмами перемикання передач забезпечує виконання найвищих вимог до автоматичних коробок передач.

Поряд з цим надається можливість примусового ручного вибору передач з подальшим швидким їх

перемиканням без розриву потоку потужності і без ривків в трансмісії.

При цьому забезпечується кращий розгін та паливна економічність, ніж при застосуванні звичайних механічних або автоматичних коробок передач.

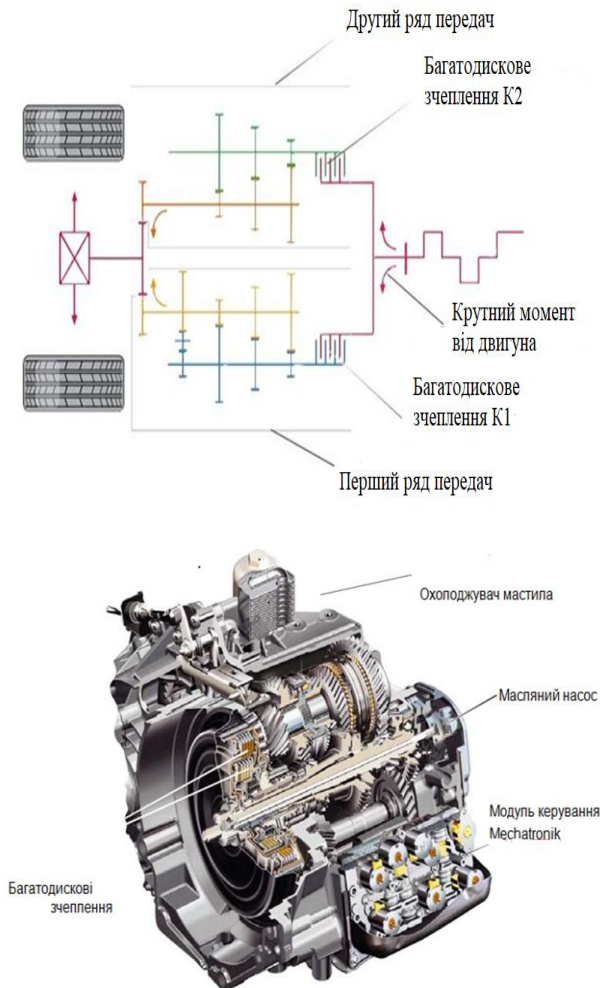


Рис. 3. Кінематична схема роботизованої трансмісії DSG 02E зі здвоєним зчепленням та її загальний вигляд

Передача зчепленням крутного моменту на коробку передач. Крутий момент з колінчастого валу двигуна передається на двомасовий маховик [5] рис. 4. Далі передача крутного моменту відбувається через роз'ємне шліцеве з'єднання маховика із вхідною маточиною. Вхідна маточина жорстко з'єднана з ведучим диском здвоєного зчеплення. Ведучий диск здвоєного зчеплення з'єднаний за допомогою корпусу муфти K1 з головною маточиною зчеплення. З цієї маточиною з'єднаний корпус муфти K2.

Багатодискові мокрі зчеплення. Крутий момент підводиться до кожного зчеплення через її корпус. Якщо зчеплення замкнуте, крутий момент передається на її маточину і далі на з'єднаний з нею первинний вал коробки передач. Багатодискове зчеплення передає крутий момент за рахунок сил тертя між дисками.

Зчеплення K1. Багатодискове зчеплення K1 утворює зовнішню частину блоку муфт зчеплення. Вона служить

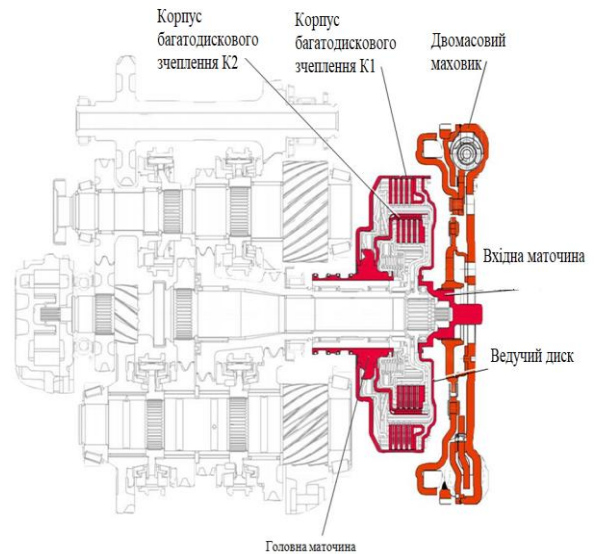


Рис. 4. Схема передачі крутного моменту на мокре здвоєне зчеплення

для передачі крутного моменту на первинний вал 1, обслуговуючий першу, третю і п'яту передачі, а також передачу заднього ходу.

Замкнення зчеплення K1 проводиться від тиску мастила, підведеного в її гідроциліндр. Поршень 1 переміщається під тиском мастила стискає пакет дисків зчеплення K1. В результаті цього крутий момент передається на диски, що обертаються разом з її маточиною та з'єднаним з нею первинним валом 1. При розімкненні зчеплення поршень 1 віджимается діафрагмовою пружиною в вихідне положення.

Зчеплення K2. Багатодискове зчеплення K2 утворює внутрішню частину блоку зчеплення. Вона служить в початкове положення гвинтовими пружинами. При його розмиканні поршень 2 віджимается для передачі крутного моменту на первинний вал 2, обслуговуючий другу, четверту та шосту передачі.

Замикання зчеплення K2 відбувається під тиском мастила, що підводиться в її гідроциліндр. При цьому переміщається під тиском масла поршень 2 стискає пакет дисків зчеплення K1, забезпечуючи передачу крутного моменту на первинний вал 2. При розмиканні зчеплення K2 поршень 2 віджимается в початкове положення циліндричними пружинами.

Зчеплення працюють в масляному контурі об'єднаному з системою змазки коробки передач. Об'єм мастила 7,2 л. Тиск мастила в системі складає від 0,15 МПа до 2 МПа. Регламентом передбачена заміна мастила з фільтром через 60 тис. км.

Сухе здвоєне зчеплення. У 2007 році була представлена коробка передач з сухим здвоєним зчепленням 0AM [6]. Вона більш компактна, має меншу масу на 25 кг, потребує менше витрат на обслуговування

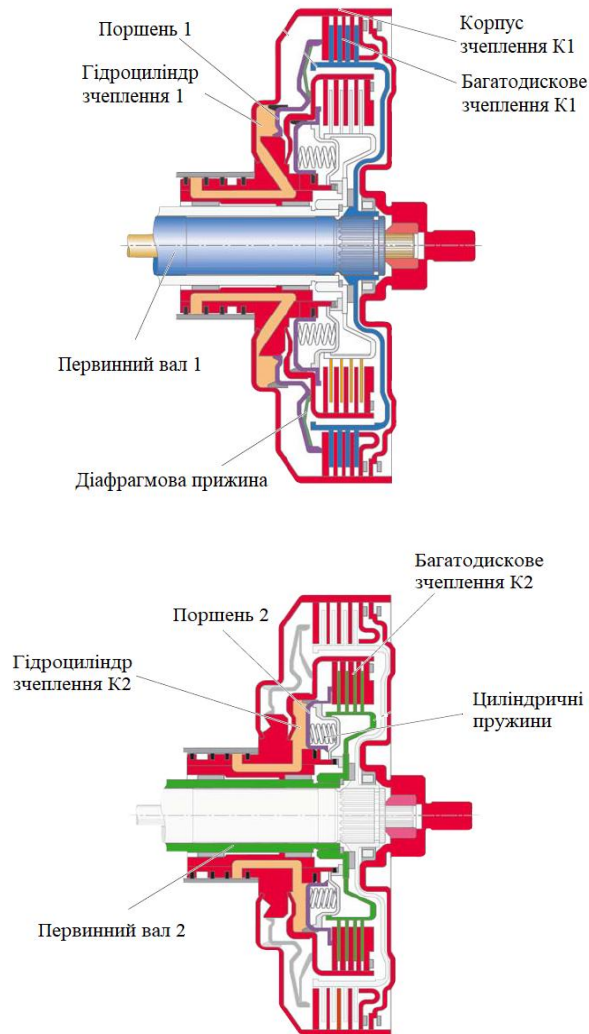


Рис. 5. Схема роботи мокрих зчеплень K1 та K2

(відсутня регламентна заміна мастила), більш проста та дешева у виготовленні та має більший ККД за рахунок сухого здвоєного зчеплення та зменшеного майже в 3 рази об'єму мастила.

Зчеплення K1 передає крутний момент на 1, 3, 5 і 7 передачі на первинний вал 1. Принцип дії здвоєного зчеплення на рис. 6: для приведення зчеплення в дію важіль вимкнення зчеплення притискає натискний підшипник до діафрагмової пружини. За рахунок цього натискний диск притискається до диска зчеплення і до ведучого диску. Таким чином здійснюється передача крутного моменту на первинний вал. Важіль виключення зчеплення приводиться через клапан 3, розташований в ділільному механізмі 1 N215 [6], від гідравлічного виконавчого механізму приводу зчеплення K1.

Зчеплення K2 передає крутний момент на первинний вал 2 для 2, 4, 6 передач і передачі заднього ходу.

При введенні в дію важеля виключення зчеплення натискний підшипник переміщується, долаючи зусилля діафрагмової пружини. Оскільки

пружина спирається на корпус зчеплення, натискний диск притискається до ведучого диску і забезпечує



Рис. 6. Схема роботи сухих зчеплень K1 та K2

передачу крутного моменту на первинний вал 2. Важіль виключення зчеплення приводиться через клапан 3 в ділільному механізмі 2 N216 від гідравлічного виконавчого механізму приводу зчеплення K2.

Дана конструкція зчеплення передбачує два незалежні масляні контури. Масляний контур блока Mechatronik, об'ємом 1,1 л, в якому тиск мастила знаходиться в межах від 60 бар до 40 бар, та масляний контур коробки передач об'ємом 1.7 л.

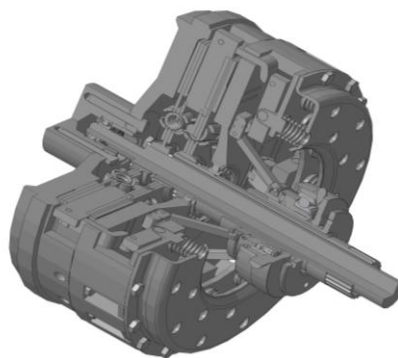
Розглянувши запропоновані заводом виробником схеми здвоєних зчеплень у їх конструкції виявляється суттєвий недолік, а саме необхідність постійного підтримання одного з натискних дисків у «пасивному» положенні (коли одна з муфт ввімкнена, інша повинна бути відключена (долатися сила натискної пружини). Що негативно відображається на економічності та екологічності, оскільки нам потрібна енергія на утримання одного з натискних дисків у «ввімкнутому» положенні.

У табл. 1 представлена порівняльна варіаціями коробок передач. характеристика однакових автомобілів з різними

Таблиця 1 – Порівняння характеристик автомобілів з різними типами коробок передач [7]

Автомобіль	VW Tiguan 2007-2011 р.в.			VW Passat 2010-2014 р.в.		
Модифікація	2.0 TSI, 170 к.с., 280 Н·м, 6-ст. АКП	2.0 TSI, 170 к.с., 280 Н·м, 6-ст. МКП	2.0 TSI, 170 к.с., 280 Н·м, 7-ст. DSG	1.8 TSI, 160 к.с., 250 Н·м, 6-ст. АКП (американський ринок)	1.8 TSI, 156 к.с., 250 Н·м, 6-ст. МКП	1.8 TSI, 156 к.с., 250 Н·м, 7-ст. DSG
Час розгону до 100 км/год, с	9,9	8,3	7,9	9	8,5	8,5
Витрата палива у місті, л/100 км	13,5	11,8	11,6	11,3	9,5	9,5
Витрата палива поза містом, л/100 км	7,7	6,7	6,5	6,3	5,5	5,3
Максимальна швидкість, км/год	197	204	209	215	220	220

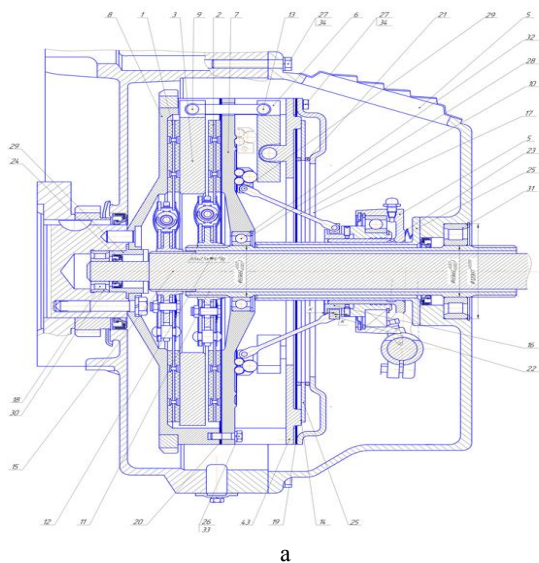
Удосконалене здвоєне зчеплення [8] з маятниковою опорою натискного механізму. В конструкції зчеплення, запропонованої до розгляду в даній роботі, диски зчеплення утримуються по чергово в натиснутому стані за допомогою однієї пружини рис.7. При включенні зчеплення пружина, впливаючи через важелі на натискний диск, створюють тиск, необхідний для передачі крутного моменту. При виключенні зчеплення пружина стискається і натискний диск переміщуючись, перестає впливати на перший ведений диск зчеплення. Ролик приводу включення зчеплення займає нейтральне положення, при цьому крутний момент не передається. Ролик приводу переміщується далі, чим через систему тяг переміщує натискний диск і включається друге зчеплення.



б

Рис. 7. Здвоєне зчеплення зі зменшеними витратами на керування:

а – з діафрагмовою пружиною; б – з циліндричними пружинами



а

Обрана конструкція здвоєного зчеплення забезпечує економію палива до 10-15 %, за рахунок відсутності втрат енергії на подолання опору однієї з натискних пружин, енергія необхідна лише в момент переключення зчеплень, виключається можливість одночасного ввімкнення обох зчеплень, зменшення часу переключення передач, що дозволяє убезпечити водія при управлінні транспортним засобом. Також використання здвоєного зчеплення забезпечує передачу моменту без розриву потоку потужності, що надзвичайно важливо особливо для вантажних автомобілів та інших транспортних засобів. Варіанти виконання представлено на рис. 7. Порівняно з конструкцією зчеплення DSG, де постійно необхідна витрата енергії на створення тиску мастила для

підтримання ввімкненого зчеплення, у даній конструкції втрати енергії на керування зменшені майже в 160 разів. Якщо порівняти витрати енергії на привід зчеплення у змішаному циклі експлуатації автомобіля рис.8 (за приклад взявши цикл випробування паливної економічності NEDC[10]) де за поїздки довжиною 11007 м та тривалістю 20 хв. відбувається близько 76 переключень передач рис. 8.

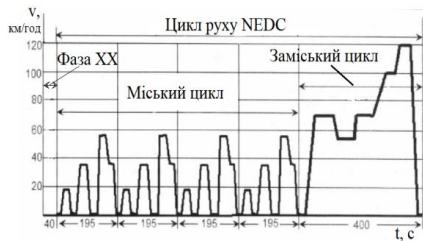


Рис. 8. Графік циклу руху автомобіля NEDC

Необхідна потужність електродвигуна для приводу насоса системи управління:

$$N = \frac{P \cdot Q}{\eta} \quad (1)$$

де P – тиск в системі;
 Q – витрата робочої рідини;
 η – ККД насоса та його приводу;

Необхідна робота на управління та при передачі моменту (стиснення фрикційних пар):

$$A = \int_0^{t_i} N \cdot dt = \int_0^{t_i} \frac{P \cdot Q}{\eta} dt \quad (2)$$

Таблиця 2 – Порівняння сухого та мокрого зчеплень

Параметр	Сухе зчеплення	Мокре зчеплення
Економічність	Найкращі показники економії палива, навіть у порівнянні з ручною КПП	В середньому витрата на 6% більше ніж у сухого зчеплення через в'язкого тертя масла і роботи масляного насоса
Максимальна крутний момент, що передається	Зчеплення для легкового автомобіля з КП DSG розраховане на момент до 250 Н·м; Зчеплення для вантажівки з КП Volvo I-Schift Dual Clutch здатне передавати крутний момент до 2800 Н·м	Можуть передавати великий обертальний момент. Здвоєна муфти легкових автомобілів з КП DSG розрахована на крутний момент до 500 Н·м, більш нова коробка передач здатна передавати до 650 Н·м
Охолодження, теплова навантаженість	Даним зчеплення притаманне повільне охолодження контактуючих поверхонь при великих навантаженнях (різке прискорення, експлуатація на бездоріжжі), відсутня можливість додаткового охолодження	Краще охолодження за рахунок масляного потоку та можливості встановлення зовнішніх радіаторів
Розробка та управління	Розробка сухих подвійних зчеплень вимагає особливих витрат щодо програмного управління, оскільки неминучий тривалий знос зчеплення повинен бути врахований і залежно від часу повинен змінювати стратегію управління закриттям і відкриттям зчеплення	Немає значних витрат на розробку оскільки пакет фрикціонів за рахунок роботи у мастилі мають не такий інтенсивний знос
Швидкість перемикання	Порівняння з мокрим зчепленням, більше ніж в механічній КПП. Час перемикання від 0,12 до 0,05 с	Порівняння з сухим зчепленням, більше ніж в механічній КПП. Час перемикання від 0,12 до 0,05 с
Витрати енергії на управління зчепленням	Необхідна постійна витрата енергії на замикання зчеплення (наприклад зчеплення DSG, I-Schift); Необхідна витрата енергії лише в момент переключення зчеплень (запропонована будова здвоєного зчеплення)	Необхідна постійна витрата енергії на замикання зчеплення та підтримання робочого тиску мастила

де t_i – час роботи насоса.

Отже при даному циклі витрати енергії удосконаленого зчеплення (при часі перемикання передач 0,1 с) складають $A_{MY}=7,6 \cdot N$, тоді як витрати енергії зчеплення типу DSG – $A_{DSG}=1200 \cdot N$.

У табл. 2 приведена порівняльна характеристика мокрого та сухого зчеплень.

На рис. 9 представлена порівняння зміни прискорення автомобіля VW Tiguan від часу, на якому порівнюються КПП з подвійним зчепленням (1), АКПП (2) та механічна КПП (3).

На графіку гарно видно переваги конструкції зі здвоєним зчепленням, а саме відсутність «провалу» під час переключення передач, що зменшує час розгону та покращує паливну економічність [2]. автомобіля від часу:

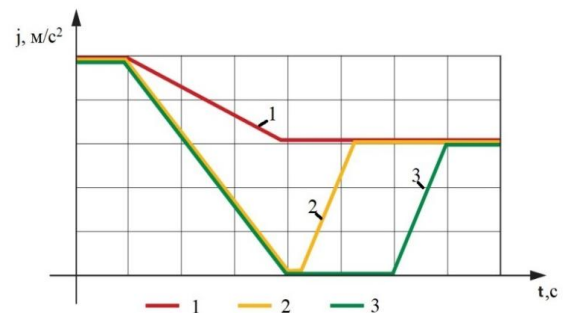


Рис. 9. Графік залежності прискорення

1 – КПП зі здвоєним зчепленням (сухим або мокрим);
 2 – АКПП; 3 – МКПП

Висновок. В результаті аналізу конструкцій здвоєного зчеплення можна зробити висновок, що їх використання дає можливість покращення ТЕП ТТЗ та зменшення експлуатаційних витрат. На однакових легкових автомобілях класу С з аналогічним двигуном але різними КП (АКП порівняно з роботизованою коробкою зі здосім зчепленням) різниця при розгоні до 100 км/год складає 1-1,3 с; паливна економічність у міському циклі складає 1,8-1,9 л/100 км. Не зважаючи на гарні показники часу перемикання і передачі крутного моменту, що позитивно відзначається на паливній економічності, екологічності та динамічних характеристиках їх конструктивну будову можна удосконалити та зменшити витрати енергії на управління здвоєними зчепленнями. Такий варіант зчеплення – зчеплення з маятниковою опорою натискного механізму. В якому зменшені витрати на управління за рахунок відсутності втрат енергії на підтримання одного з натискних дисків у виключеному положенні, а також перевагою цієї будови є більш проста та дешевша у виробництві конструкція в якій відсутній другий натискний підшипник та привід.

Список літератури

1. A. Kérgesse Patent US №2386217. *Automatic Variable Speed Transmission*. 1945.
2. Коробки передач VAG URL: <https://otoba.ru/transmissii/vag> (дата звернення: 02.11.2018).
3. Роботизовані коробки передач Mercedes-Benz URL: <https://otoba.ru/transmissii/mercedes> (дата звернення: 02.11.2018).
4. Зчеплення Volvo I-Schift URL: <https://www.volvotrucks.com> – (дата звернення: 03.11.2018).
5. Пособие по программе самообразования 308 «Автоматическая коробка передач DSG URL: http://vwts.ru/vw_doc2/trans/02e/dsg_02e_rus.pdf (дата звернення: 27.10.2018).
6. Пособие по программе самообразования 390 «Автоматическая коробка передач DSG 0AM URL: http://vwts.ru/vw_doc2/trans/0am/0am_7st_dsg_rus.pdf (дата звернення: 27.10.2018).
7. Технические характеристики Volkswagen URL: <https://avtomarket.ru/catalog/Volkswagen> (дата звернення: 28.10.2018).
8. Сергієнко М.Є., Сергієнко А.М., Худолій О.І Пат. №101711, Україна. Двохпотокowa муфта 2013
9. Сергієнко Н.Е Патент № 2645514, Российская Федерация. Система управление муфтой сцепления транспортного средства 2018.
10. Европейский цикл движения для типовых испытаний URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti> (дата звернення: 03.12.2018).
11. Барский И.Б. Борисов С.Г. Галагин В.А и др.; Сцепления транспортных и тяговых машин ред. Ф.Р. Геккера и др. Машиностроение, 1989. 344 с.
12. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам Л.: Политехника, 1991. 384 с.
13. Труханов В.М., Зубков В.Ф., Крыхтин Ю.И, Желтобрюхо В.О. Трансмисии гусеничных и колесных машин Машиностроение, 2001. 736 с.
14. Зайцев А.Р. Оптимизация алгоритмов настройки системы автоматического управления сухого фрикционного двойного сцепления. Материалы 3-й Междунар. науч.практ. конференции. Харьков НТУ «ХПИ» 2013. С. 725-733.
15. Сергієнко М.Є., Перевозник А.С., Свідло В.С. та ін Розробка системи керування і дослідження елементів оригінального здвоєного зчеплення. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2018. Харків: НТУ «ХПИ». 2018. 188 с.
16. Сергієнко Н. Е., Митропан Д.М., Сергієнко А.Н., Понеделько С.Н. Особенности конструкций коробок передач современных легковых автомобилей Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск „Транспортное машиностроение”. Харьков: НТУ «ХПИ». 2005.
17. Сергієнко М.Є. Сергієнко А.Н. Дослідження натискного диска зчеплення автомобіля. Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. Харьков. 2009. С. 49-52.
18. Сергієнко М.Є. Скрипник, І.А. Забелишенський З.Е., Каліновський В.С., Твердохліб О.В. Вплив параметрів конструкції багатодискової муфти на стабільність характеристик. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. Матеріали XVI міжнародної н.-практ. конференції. Ч.1. Харків: НТУ «ХПИ», 2009. С. 236.
19. Сергієнко А.Н., Митропан Д.М., Сергієнко Н.Е., Авраменко А.Н. Исследование влияния конструкции элементов сцепления автомобиля на стабильность характеристик. Сборник научных трудов. "Вестник НТУ "ХПИ": Автомобіле- та тракторобудування. НТУ "ХПИ", 2010
20. Зайцев А.Р. Исследование мехатронной системы двойного сцепления трансмиссии автомобиля. Автореф. дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург 2013. 18 с.

References (transliterated)

1. A. Kérgesse Patent US No. 2386217. *Automatic Variable Speed Transmission*. 1945.
2. Korobki peredach [VAG gearbox] Available at: <https://otoba.ru/transmissii/vag> (accessed: 02.11.2018).
3. Robotizovani korobki peredach Mercedes-Benz [Mercedes-Benz gearbox robotized] Available at: <https://otoba.ru/transmissii/mercedes> (accessed: 02/11/2018).
4. Zcheplennyya Volvo I-Schift [The new Volvo I-Schift] Available at: <https://www.volvotrucks.com> (accessed 03/11/2018).
5. Posobie po programme samoobrazovaniya 308 «Avtomaticheskaya korobka peredach DSG [Self-education program benefit 308 “Automatic DSG gearbox] Available at: http://vwts.ru/vw_doc2/trans/02e/dsg_02e_rus.pdf (accessed 27.10.2018).
6. Posobie po programme samoobrazovaniya 390 «Avto-maticheskaya korobka peredach DSG 0AM [Self-education program allowance 390 “DSG 0AM automatic gearbox]: Available at: http://vwts.ru/vw_doc2/trans/0am/0am_7st_dsg_rus.pdf (accessed 27.10.2018).
7. Tekhnicheskie kharakteristiki Volkswagen [Technical characteristics of Volkswagen] Available at: <https://avtomarket.ru/catalog/Volkswagen> (accessed: 28.10.2018).
8. Sergienko M.C., Sergienko A.M., Khudoliy O.I Pat. №101711, Ukraine. *Dvokhpotokova coupling* 2013
9. N. Sergienko E.E. Patent No. 2645514, Russian Federation. *Sistema upravlenie muftoy stsepleniya transportnogo sredstva* [Vehicle clutch control system] 2018.
10. Evropeyskiy tsikl dvizheniya dlya tipovykh ispytaniy [European traffic cycle for type tests] Available at : <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti> (accessed: 03.12.2018).
11. Barsky I.B. Borisov S.G. Galyagin V.A and others; *Stsepleniya transportnykh i tyagovykh mashin* [Coupling transport and traction machines] red. F.R. Hecker et al. Mashinostroyeniye [Mechanical Engineering], 1989. 344 p.
12. Ryakhovskiy O.A., Ivanov S.S. *Spravochnik po muftam* [Coupling Handbook] L.: Politehnika, 1991. 384 p.
13. Trukhanov V.M. Zubkov V.F., Krykhtin Y.I., Zheltobryuho V.O. *Tracked and wheeled vehicles transmissions* Machine building, 2001. 736 p.
14. Zaitsev A.R. Optimizatsiya algoritmov nastroyki sistemy avtomaticheskogo upravleniya sukhogo friktsionnogo dvoynogo stsepleniya. [Optimization of the automatic friction dual clutch automatic control system tuning algorithms.] *Materialy 3-y Mezhdunar. nauch.praкт. konferentsii* [Proceedings of the 3rd International. scientific practice. Conferences.] Kharkov Kharkiv NTU "KPI" 2013. P. 725-733.
15. Sergienko M.C., Perevoznik A.S., Svidlo V.S. ta in Rozrobka sistemi keruvannya i doslidzhennya elementiv original'nogo zdvoenogo zcheplennya. [Development of the control system and research of elements of the original double coupling.] *Information Technologies: Science, Technology, Education, Health: Theses of the XXVIth International Scientific-Practical Conference MicroCAD-2018.* [Informatsiyni tekhnologii: science, tehni-ka,

- technology, osvita, zdorov'ya. Kharkiv: NTU "KhPI". 2018. 188 s.
16. Sergienko N.E., Mitropan D.M., Sergienko A.N., Ponedelko S.N. Osobennosti konstruktivnykh korobok peredach sovremennykh legkovykh avtomobiley [Design features of gearboxes of modern passenger cars] *Vestnik NTU „KhPI”. Sbornik nauchnykh trudov. Tematicheskii vypusk „Transportnoe mashinostroenie”*. [Bulletin of the NTU "KhPI". Collection of scientific works. Thematic issue "Transport Machine Building".] Kharkov: NTU "KhPI". 2005.
 17. Sergienko M.ко. Sergienko A.N. Doslidzhennya natisknogo diska zcheplennya avtomobilya [Investigation of the vehicle's clutch pressure dial] *Zbirnik naukovykh prats' Akademii vnutrishnikh viys'k MVS UK*. [Collection of scientific works of the Academy of Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine.] Kharkov. 2009. Pp. 49-52.
 18. Sergienko M.E. Skripnik, I.A. Zabelishensky Z.E., Kalinovskiy V.S., Tverdokhlib O.V. Vpliv parametriv konstruktivnykh bagatodiskovoi mufti na stabil'nost' kharakteristik. [Inflowing the parameters of the design of the coupling to the stability of the characteristics.] *Informatsiyni tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, osvita, zdorov'ya. Materiali KhVI mizhnarodnoi n.-prakt. konferentsii. Ch.I* [Information and Technology Technologies: Science, Technology, Technology, Education, Health. Materials of the XVI international n.-practical. conferences Part 1.] Kharkiv: NTU "KhPI", 2009. p. 236.
 19. Sergienko A.N., Mitropan D.M., Sergienko N.E., Avramenko A.N. Issledovanie vliyaniya konstruktivnykh elementov stsepleniya avtomobilya na stabil'nost' kharakteristik. Sbornik nauchnykh trudov. [The study of the influence of the structure of the elements of the coupling of the car on the stability characteristics.] *Sbornik nauchnykh trudov. "Vestnik NTU "KhPI": Avto-mobile- ta traktorobuduvannya* [Collection of scientific papers. "Vestnik NTU" KPI ": Avtomobileta traktorobuduvannya.] NTU "KPI ", 2010
 20. Zaitsev A.R. Issledovanie mekhatronnoy sistemy dvoynogo stsepleniya transmissii avtomobilya. [The study of the mechatronic system of dual clutch transmissions of the car.] Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. [Author. dis. Cand. tech. Sciences]. St. Petersburg 2013. 18 p.

Надійшло (received) 28.10.2018

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Сергієнко Микола Єгорович (Сергиенко Николай Егорович, Sergienko Nikolay Yegorovich) – кандидат технічних наук, професор Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування», м. Харків Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1825-0097>; e-mail: nesergienko@gmail.com.

Свідло Віталій Сергійович (Свидло Виталий Сергеевич, Svidlo Vitaliy Sergeevich) – Національно технічний університет «Харківський політехнічний інститут» аспірант кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1825-0097>; svivs@ukr.net.

Кузьменко Леонід Володимирович (Кузьменко Леонид Владимирович, Kuzmenko Leonid Vladimirovich) – кандидат технічних наук, доцент, старший викладач Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри комерційної, торговельної та підприємницької діяльності; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1825-0097>; e-mail: leokuz48@gmail.com.